

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 395 897**

51 Int. Cl.:

F22B 35/14 (2006.01)

F22B 21/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.08.2002 E 02797600 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.11.2012 EP 1421317**

54 Título: **Procedimiento para el arranque de un generador de vapor con un canal de gas que puede circular en una dirección de gas caliente aproximadamente horizontal y generador de vapor**

30 Prioridad:

31.08.2001 EP 01121027

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

15.02.2013

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
WITTELSBACHERPLATZ 2
80333 MÜNCHEN, DE**

72 Inventor/es:

**FRANKE, JOACHIM y
KRAL, RUDOLF**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 395 897 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para el arranque de un generador de vapor con un canal de gas que puede circular en una dirección de gas caliente aproximadamente horizontal y generador de vapor

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para el arranque de un generador de vapor de calor de escape con un canal de gas caliente que puede circular en una dirección de gas caliente aproximadamente horizontal, en el que está ubicada por lo menos una superficie caliente de paso formada por una cantidad de tubos de vaporización ubicados de manera aproximadamente vertical, conectados paralelamente para permitir el paso de un medio de flujo. Se refiere, además, a un generador de vapor de calor de escape.

10 En un equipo de turbinas de gas y vapor se aprovecha el calor contenido en el medio de trabajo descomprimido o el gas caliente de la turbina de gas para generar vapor para la turbina de vapor. La transferencia de calor se realiza en un generador de vapor de calor de escape post conectado a la turbina de gas, en el cual generalmente hay una cierta cantidad de superficies calientes para el precalentamiento del agua, generación del vapor y sobrecalentamiento del vapor. Las superficies calientes están conectadas en el circuito de agua-vapor de la turbina de vapor. El circuito de agua-vapor abarca generalmente varios niveles de presión, por ejemplo tres, donde cada nivel de presión puede presentar una superficie caliente de vaporización.

15 Para el generador de vapor conectado a la turbina de gas del lado del gas caliente como un generador de vapor de calor de escape se pueden utilizar varios conceptos de diseño alternativos, como el diseño como generador de vapor de paso o el diseño como generador de vapor de recirculación. En un generador de vapor de paso, el calentamiento de tubos de generación de vapor previstos como tubos de vaporización produce una vaporización del medio de flujo en los tubos de vaporización en un recorrido único. Por el contrario, en un generador de vapor de recirculación natural o forzada, en un solo recorrido por los tubos de evaporación, el agua conducida en recirculación se evapora solo parcialmente. El agua que no se evapora, tras separarla del vapor generado, es conducida nuevamente a los mismos tubos de vaporización para otra vaporización.

20 Un generador de vapor de paso, al contrario de un generador de vapor de recirculación natural o forzada, no está sujeto a ninguna limitación de presión, de manera que son posibles presiones de vapor vivo muy por encima de la presión crítica del agua ($P_{Kri} \approx 221$ bar), donde hay muy pocas diferencias de densidad entre el medio similar al líquido y el similar al vapor. Una presión viva elevada favorece un grado de eficiencia térmica elevado y, con ello, bajas emisiones de CO₂ de una central eléctrica calentada por combustibles fósiles. Además, el generador de vapor de paso, en comparación con un generador de vapor de recirculación, presenta un modo de construcción sencillo y por eso se lo puede fabricar a un costo especialmente bajo. La utilización de un generador de vapor diseñado según el principio de paso como generador de vapor de calor de escape de un equipo de turbinas de gas y vapor es, por 30 ello, especialmente adecuada para lograr un elevado rendimiento total de dicho equipo de turbinas de gas y vapor, con un modo de construcción sencillo.

35 Ventajas especiales respecto al costo de fabricación, pero también respecto a los trabajos de mantenimiento necesarios, ofrece un generador de vapor de calor de escape en el modo de construcción horizontal, en el cual el medio de calentamiento o el gas caliente, es decir sobre todo el gas de escape que sale de la turbina de gas, es conducido en la dirección del flujo de manera aproximadamente horizontal a través del generador de vapor. Un generador de vapor de calor de escape en construcción horizontal de ese tipo es conocido por la solicitud EP 0 944 801 B1. Debido a su diseño como generador de vapor de paso, en el funcionamiento de este generador de vapor se debe mantener la condición límite de que no se produzca ningún desborde de agua desde los tubos de evaporación que forman la superficie caliente de paso hacia un recalentador post conectado. Esto, sin embargo, puede ser 40 problemático al arrancar el generador de vapor de calor de escape.

45 Al arrancar el generador de vapor de calor de escape se puede producir una llamada expulsión de agua. Ésta se produce cuando la vaporización del medio de flujo que surge debido al calentamiento de los tubos de vaporización entra en acción por primera vez y esto sucede, por ejemplo, en el medio del tubo de vaporización correspondiente. Con ello, la cantidad de agua que se encuentra corriente abajo (denominada también tapón de agua) sobrepasa el tubo de vaporización correspondiente. Para asegurar que no ingrese medio de flujo sin vaporizar de los tubos de vaporización en el recalentador post conectado a éstos, el generador de vapor de calor de escape conocido -como también un generador de vapor de paso en una forma constructiva poco frecuente- está provisto de un dispositivo de separación de agua y vapor o un mecanismo decantador conectado entre los tubos de vaporización que forman la superficie caliente de paso y el recalentador. Desde allí se evacua el agua excedente y se reconduce por medio de una bomba de circulación hacia el vaporizador o bien se descarta. Un sistema de separación de agua y vapor es, sin embargo, tanto en lo que respecta a la construcción como al gasto de mantenimiento, comparativamente costoso.

55 Por eso, es objeto de la invención presentar un procedimiento para el arranque de un generador de vapor de calor de escape del tipo mencionado anteriormente con el cual se pueda asegurar una seguridad de funcionamiento elevada también con un modo de construcción especialmente simple. Además, se indica un generador de vapor de calor de escape especialmente adecuado para la realización del procedimiento.

Respecto al procedimiento, el objeto se logra acorde a la invención llenando en parte, hasta un nivel de llenado nominal, con un medio de flujo no vaporizado por lo menos algunos de los tubos de vaporización que forman la superficie caliente de paso antes de la carga del canal de gas con gas caliente.

5 La presente invención parte de la reflexión de que para mantener una seguridad de funcionamiento elevada, también durante el arranque del generador de vapor, se debe asegurar que no pueda ingresar medio de flujo sin vaporizar en el recalentador post conectado a los tubos de vaporización. Pero para un modo constructivo especialmente sencillo esto debería estar asegurado sin tener que contar con un dispositivo de separación de agua y vapor, como es común en los generadores de vapor de paso. Para ello, en un generador de vapor en construcción horizontal, en el cual los tubos de vaporización que forman la superficie caliente de paso están unidos del lado de la salida del colector de salida directamente con un distribuidor de entrada del recalentador, antes del arranque se debería realizar un llenado por lo menos parcial de los tubos de vaporización con medio de flujo sin vaporizar. La cantidad de llenado y, con ella, el nivel de llenado nominal para este primer llenado antes de la carga del canal de gas con gas caliente debería estar elegida de manera tal que, por un lado, se evite una expulsión de agua debido a la primera formación de vapor y, por el otro, no se produzca un enfriamiento insuficiente de los tubos de vaporización en el arranque.

10 El nivel de llenado nominal se elige, acorde a la finalidad, de manera tal que al comienzo del proceso de arranque no pueda realizarse una alimentación de los tubos de vaporización con el medio de flujo. De esa manera, durante el proceso de arranque, es decir luego de que se realice la carga del canal de gas con el gas caliente, se realiza primero una vaporización del medio de flujo que ya se encuentra en los tubos de vaporización. Aquel medio de flujo que no haya sido vaporizado y que se encuentre dentro del respectivo tubo de vaporización corriente abajo del lugar específico del comienzo de la vaporización es empujado mediante la burbuja de vapor en la zona no llenada anteriormente del respectivo tubo de vaporización. Allí, esta porción del medio de flujo no vaporizado puede evaporarse o bien, manteniendo lo suficientemente bajas las densidades del caudal másico en los tubos de vaporización, cae nuevamente en el área inferior del respectivo tubo de vaporización. Mediante una selección adecuada del nivel de llenado nominal se puede elegir también la porción del tubo de vaporización, calculada de manera lo suficientemente grande, que se encuentra en el área superior del respectivo tubo de vaporización, que en un principio no es llenada con medio de flujo y sirve como espacio de compensación para la columna que se encuentra allí abajo haciendo las veces de medio de flujo, de manera que se puede descartar con seguridad un escape de medio de flujo sin vaporizar del respectivo tubo de vaporización, también en el comienzo de la vaporización.

20 En el llenado parcial de los tubos de vaporización antes de la primera carga del canal de gas con gas caliente, de manera ventajosa se adapta el nivel de llenado real de los respectivos tubos de vaporización al nivel de llenado nominal que se puede prefijar. Para ello, el respectivo valor de llenado real se determina, de manera ventajosa, por medio de una medición de la presión diferencial entre el ingreso al tubo en la parte inferior y la salida del tubo en la parte superior del respectivo tubo de vaporización; donde el valor de medición conseguido allí es utilizado como base para un suministro del tubo de vaporización respectivo con medio de flujo no vaporizado.

25 Según el estado de funcionamiento del generador de vapor de calor de escape y sus antecedentes, se pueden prever diferentes desarrollos temporales del calentamiento del generador de vapor durante su fase de arranque. Para que también en caso de un régimen variable de la fase de arranque se pueda asegurar un mantenimiento especialmente confiable de las condiciones límite (ya que por un lado se debe evitar que se produzca durante el arranque un escape de medio de flujo sin vaporizar de los tubos de vaporización y, por otro lado, se debe asegurar en cada caso un enfriamiento suficiente de todos los tubos de vaporización), el estado de llenado nominal decisivo para el primer llenado de los tubos de vaporización es preestablecido, de manera ventajosa, dependiendo del respectivo régimen de calentamiento de arranque que está previsto. El régimen de calentamiento de arranque se determina, acorde a la función, por medio de índices para la geometría de la caldera y/o para el desarrollo temporal del suministro de calor por parte del gas caliente. Para una cantidad de combinaciones de parámetros de ese tipo se puede guardar un régimen de calentamiento de arranque adaptado en una base de datos adjudicada al generador de vapor de calor de escape, donde sobre todo se puede tener en cuenta también el ciclo de calentamiento que precede al ciclo de calentamiento actual.

30 En la fase de inicio del proceso de arranque, es decir, en un periodo inmediatamente posterior al inicio de la carga del canal de gas con gas caliente, está previsto un funcionamiento del generador de vapor de calor de escape sin otras cargas de los tubos de vaporización con medio de flujo o agua de alimentación. Acorde con el objetivo, sin embargo, el transporte de agua de alimentación o medio de flujo sin vaporizar hacia los tubos de vaporización, luego de la formación de vapor iniciada, se inicia en los tubos de vaporización, de manera que en cada caso, también después del inicio de la formación de vapor, se asegure un enfriamiento suficiente del respectivo tubo de vaporización. El inicio de la formación de vapor se reconoce, de manera ventajosa, por medio de un aumento de la presión en el circuito de agua-vapor. Para posibilitar el suministro, adecuado a la necesidad, de agua de alimentación en los tubos de vaporización de manera especialmente confiable, tras la admisión de la carga del canal de gas con gas caliente se controla un valor de medición característico para una presión del medio de flujo, donde

luego, cuando ese valor de medición supera un valor límite predeterminado, se inicia una carga continua de los tubos de vaporización con agua de alimentación.

5 También tras el inicio del transporte de agua de alimentación en los tubos de vaporización, el agua de alimentación se aplica en los tubos de vaporización de manera acorde al objeto, para evitar un escape de medio de flujo sin vaporizar desde los tubos de vaporización. Para ello, de manera ventajosa se regula la introducción de agua de alimentación en los tubos de vaporización de forma que en la salida superior de cada tubo de vaporización salga vapor sobrecalentado. Para asegurar que al hacerlo no pueda entrar medio de flujo sin vaporizar en los recalentadores post conectados, puede alcanzarse con tener vapor comparativamente menos sobrecalentado a la salida de los tubos de vaporización.

10 Para asegurar una alta estabilidad de funcionamiento del generador de vapor de calor de escape, la alimentación de los tubos de vaporización se realiza con un medio de flujo cuyas densidades de caudal másico están ajustadas de manera tal que un tubo de vaporización, más calentado en comparación con otro tubo de vaporización de la misma superficie caliente de paso, presente un caudal de medio de flujo mayor en comparación con otro tubo de vaporización. La superficie caliente de paso del generador de vapor de calor de escape muestra así, en la forma de la característica de flujo de una superficie caliente de vaporización de circulación natural (característica de circulación natural), un comportamiento auto-estabilizador al generarse un calentamiento diferente de los diferentes tubos de vaporización, sin necesidad de una influencia exterior para una compensación de las temperaturas del lado de salida, también en tubos de vaporización calentados de manera diferente conectados de forma paralela del lado del medio de flujo. Para asegurar esta característica está prevista una alimentación de los tubos de vaporización con una densidad de caudal másico comparativamente menor.

25 Respecto al generador de vapor de calor de escape, el objeto mencionado se logra al adjudicar un dispositivo de medición de presión diferencial común al distribuidor preconectado a los tubos de vaporización y al colector de salida post conectado a los tubos de vaporización. Por medio del dispositivo de medición de la presión diferencial se puede controlar el nivel de llenado en los tubos de vaporización de una forma especialmente propicia, de manera que se puede recurrir a un índice característico como variable de referencia adecuada para la alimentación de los tubos de vaporización.

30 Las ventajas logradas con la invención son, básicamente, que mediante un llenado solamente en parte de los tubos de vaporización con medio de flujo no vaporizado antes de una primera carga del canal de gas con gas caliente, el proceso de arranque está asegurado con una elevada seguridad de funcionamiento, es decir, sobre todo con un enfriamiento suficiente de los tubos de vaporización al evitar de manera segura un aporte de medio de flujo no vaporizado en el recalentador post conectado a los tubos de vaporización, donde el generador de vapor de gas de escape puede mantenerse en una forma constructiva especialmente sencilla. También al mantener estándares de seguridad de funcionamiento altos se puede suprimir por completo el sistema de separación de vapor y agua, comparativamente más caro, sin que se deban realizar en el mismo lugar medidas constructivamente costosas, como la utilización de materiales en bruto más robustos o de alta calidad. Un comportamiento de funcionamiento especialmente seguro y estable se puede lograr al cargar los tubos de vaporización con densidades de caudal másico comparativamente menores, de manera que el medio de flujo no vaporizado que se encuentra en los tubos de vaporización también permanezca en el tubo de vaporización respectivo al iniciarse la formación de vapor y pueda finalmente ser vaporizado allí mismo.

40 Un ejemplo de realización de la invención se explica con detalle por medio de un dibujo. Allí, la figura muestra en representación simplificada en corte longitudinal un generador de vapor de calor de escape en construcción horizontal.

45 El generador de vapor 1 acorde a la figura está post conectado del lado del gas de escape, en la forma de un generador de vapor de calor de escape, a una turbina de gas que no está representada. El generador de vapor de calor de escape 1 presenta una pared exterior 2 que forma un canal de gas caliente 6 para el gas de escape que puede correr en una dirección de gas caliente x aproximadamente horizontal, señalizada por la flecha 4. En el canal de gas caliente 6 hay una cantidad de superficies calientes de vaporización diseñadas según el principio de flujo continuo, denominadas también como superficies calientes de paso 8, 10. En el ejemplo de realización se muestran dos superficies calientes de paso 8, 10, pero también puede haber una mayor cantidad de superficies calientes de paso.

55 Las superficies calientes de paso 8, 10 del generador de vapor de calor de escape 1 abarcan cada una, en la forma de un haz de tubos, una cantidad de tubos de vaporización 14 ó 15, conectados de manera paralela para permitir el paso de un medio de flujo W. Los tubos de vaporización 14, 15 están orientados de manera aproximadamente vertical, donde varios de los tubos de vaporización 14 ó 15 están ubicados uno junto a otro, vistos desde la dirección de gas caliente x. Allí se puede ver solamente uno de los tubos de vaporización 14 ó 15 conectados uno junto a otro de esa manera.

5 A los tubos de vaporización 14 de la primera superficie caliente de paso 8 está preconectado, del lado del medio de flujo, un distribuidor 16 común y post conectado un colector de salida 18 común. El colector de salida 18 de la primera superficie caliente de paso 8 está unido, por su parte, del lado de la salida del gas, por medio de un sistema de tubo de caída 20 con distribuidor 22 adjudicado a una segunda superficie caliente de paso 10. Del lado de la salida, la segunda superficie caliente de paso 10 está conectada a un colector de salida 24.

10 El sistema de vaporización formado por las superficies calientes de paso 8, 10 se puede cargar con el medio de flujo W, que en una sola pasada por el sistema de vaporización se evapora y tras salir del sistema de vaporización es evacuado como vapor D y conducido a una superficie de sobrecalentamiento 26 que está post conectada al colector de salida 24 de la segunda superficie caliente de paso 10. El sistema de tubos, formado por las superficies calientes de paso 8, 20 y la superficie de sobrecalentamiento 26 post conectada a éstas, está conectado a un circuito de agua-vapor de una turbina de vapor, que no está representado. Además, en el circuito de agua-vapor de la turbina de vapor está conectada una cantidad de superficies calientes representadas 28 en la figura de manera esquemática. En el caso de las superficies calientes 28 se puede tratar, por ejemplo, de vaporizadores de media presión, de baja presión y/o de precalentadores.

15 El sistema de vaporización formado por las superficies calientes de paso 8, 10 está diseñado de manera tal que es adecuado para una alimentación de los tubos de vaporización 14, 15 con una densidad de caudal másico comparativamente más bajo, donde los tubos de vaporización 14, 15 presentan una característica de circulación natural. En esta característica de circulación natural, un tubo de vaporización 8 ó 10 más calentado en comparación con otro tubo de vaporización 14 ó 15 de la misma superficie caliente de paso presenta un mayor caudal de medio de flujo W en comparación con otro tubo de vaporización 14 ó 15.

20 El generador de vapor 1 acorde a la figura se mantiene en una forma constructiva comparativamente más simple. Para ello, entre otras cosas, la segunda superficie caliente de paso 10, prescindiendo de un sistema de separación de vapor y agua o un sistema decantador comparativamente más costosos, está unida directamente con la superficie de sobrecalentamiento 26 post conectada a ésta, de manera que el colector de salida 24 de la segunda superficie caliente de paso 10 está conectado directamente a través de una tubería de flujo de retorno, y sin interconexión de otros componentes, a un distribuidor de la superficie de sobrecalentamiento 26. Para que también en este diseño de construcción comparativamente más simple se pueda mantener en todos los estados de funcionamiento una seguridad de funcionamiento comparativamente elevada, el generador de vapor de calor de escape 1 se hace funcionar, durante el arranque, teniendo en cuenta estas especificaciones. El generador de vapor 1 se hace funcionar durante el arranque sobre todo de manera que, por un lado, siempre se asegure un enfriamiento suficiente tanto de los tubos de vaporización 14, 15 que forman las superficies calientes de paso 8, 10, como también de los tubos de generación de vapor que forman la superficie de sobrecalentamiento 26. Por otro lado, el generador de vapor de calor de escape 1 también se hace funcionar durante el arranque de manera que, sin la necesidad de un sistema de separación de agua y vapor conectado entre la segunda superficie caliente de paso 10 y la superficie de sobrecalentamiento 26, se pueda evitar de forma segura el ingreso de medio de flujo W no vaporizado en la superficie de sobrecalentamiento 26.

25 Para asegurar esto, los tubos de vaporización 14 que forman la primera superficie caliente de paso 8, antes de la primera carga del canal de gas 6 con gas caliente de la turbina de gas preconectada, son llenados con medio de flujo W no vaporizado hasta un nivel de llenado nominal preestablecido, señalado en la figura con la línea punteada 30. El llenado de los tubos de vaporización 14 con medio de flujo W no vaporizado antes del inicio del calentamiento se realiza a través de la barra de agua de alimentación que de todas maneras está presente y del distribuidor 16. Allí, el nivel de llenado real alcanzado en los tubos de vaporización 14 es detectado por medio de una medición de la presión diferencial entre el distribuidor inferior 16 y el colector de salida superior 18. Con este fin, al distribuidor 16 y al colector de salida 18 está adjudicado un dispositivo de medición de presión diferencial 32 común a ambos. Utilizando el nivel de llenado real detectado en cada tubo de vaporización 14 se controla otro llenado con medio de flujo W no vaporizado de manera tal que el nivel de llenado nominal preestablecido se inscribe dentro de una gama de tolerancia preestablecida.

30 Al terminar el primer llenado de los tubos de vaporización 14 con medio de flujo W no vaporizado se impide primero el siguiente transporte de medio de flujo W a los tubos de vaporización 14. En este estado se realiza el inicio del proceso de arranque verdadero para el generador de vapor de calor de escape 1, donde se inicia sobre todo la carga del canal de gas 6 con gas caliente de la turbina de gas preconectada. Gracias al calentamiento de los tubos de vaporización 14, comienza a evaporarse el medio de flujo W que se encontraba en éstos. En cada tubo de vaporización comienza entonces, tras un cierto periodo, la vaporización local, donde el medio de flujo W todavía no vaporizado que se encuentra corriente abajo o por arriba del respectivo lugar del inicio de la vaporización es empujado a la zona superior del tubo de vaporización respectivo 14, en principio no llenada con medio de flujo W. Allí se realiza una evaporación de esa porción del medio de flujo W o bien, debido a la densidad de caudal másico comparativamente distinta, esa parte del medio de flujo W cae nuevamente en el área inferior de los tubos de vaporización 19.

5 El medio de flujo W que eventualmente no es vaporizado es reconducido por medio del sistema de tubo de caída 20 a la segunda superficie caliente de paso 10 post conectada y allí se evapora completamente. La segunda superficie caliente de paso 10 absorbe así en cada caso la expulsión de agua que todavía permanece de la primera superficie caliente de paso 8. Debido al llenado solamente parcial de los tubos de vaporización 14 antes de comienzo del proceso de arranque verdadero, no ingresa nada o casi nada de medio de flujo W sin vaporizar en el colector de salida 24 post conectado a la segunda superficie caliente de paso 10 o en la superficie de sobrecalentamiento 26 post conectada a éste.

10 En el ejemplo de realización está previsto el llenado solamente parcial de los tubos de vaporización 14 que forman la primera superficie caliente de paso 8; la segunda superficie caliente de paso 10 permanece en principio vacía. Además, en una forma de realización alternativa, también se puede prever un llenado parcial de los tubos de vaporización 15 que forman la segunda superficie caliente de paso 10 con una realización análoga del procedimiento.

15 Para comprobar si ya se inició una producción de vapor en los tubos de vaporización 14 y está entrando medio de flujo W no vaporizado o vapor D en el colector de salida 24, se realiza una medición de la presión del medio de flujo W o del vapor D, sobre todo en el colector de salida 24 o a la salida de la superficie de sobrecalentamiento 26. Por medio de un sensor de presión ubicado de manera correspondiente se detecta un valor de medición característico para la presión del medio de flujo W evaporado o el vapor D en el colector de salida 24 o a la salida de la superficie de sobrecalentamiento. El aumento de la presión que se produce es indicador de que ha comenzado la formación de vapor, ya que cuando se inicia la formación del vapor puede alcanzar valores de algunos bar por minuto.

20 Luego de que se haya determinado de esta forma que ha comenzado la formación de vapor en los tubos de vaporización 14, se inicia el transporte acorde al funcionamiento de agua de alimentación o medio de flujo W no vaporizado hacia el distribuidor 16 adjudicado a la superficie caliente de paso 8. Durante el siguiente proceso de arranque, es decir especialmente hasta alcanzar un estado de funcionamiento equilibrado, el suministro de agua de alimentación o medio de flujo W no vaporizado en los tubos de vaporización 14 se regula de manera tal que en la salida superior 34 de los tubos de vaporización se genera vapor D sobrecalentado, es decir, vapor D sin partes húmedas.

25 Por lo demás, en la alimentación de los tubos de vaporización 14 con medio de flujo W las densidades de caudal másico de éste se ajustan de manera tal que un tubo de vaporización (14), más calentado en comparación con otro tubo de vaporización (14) de la misma superficie caliente de paso (8), presente un caudal de medio de flujo (W) mayor en comparación con otro tubo de vaporización (14). De esa forma se garantiza que la superficie caliente de paso 8, también al producirse un calentamiento diferente de los tubos de vaporización 14, muestre un comportamiento auto estabilizador en la forma de una característica de flujo de una superficie de vaporización de circulación natural.

35 En la realización prevista aquí del procedimiento de arranque del generador de vapor 1 se asegura que, por un lado, exista un enfriamiento suficiente de los tubos de vaporización 15, 15 y, por otro lado, en ningún momento entre medio de flujo W no vaporizado en la superficie de sobrecalentamiento 26 post conectada a la segunda superficie caliente de paso 10. El mantenimiento de estas condiciones límites se puede asegurar sobre todo mediante la elección adecuada del valor de llenado nominal para los tubos de vaporización 14 antes del inicio del proceso de arranque verdadero. La predeterminación del valor de llenado nominal para los tubos de vaporización 14 se realiza cuando al sentar las bases del proceso de arranque previsto se mantienen exactamente estas condiciones límite. Además, el nivel de llenado nominal se establece dependiendo del régimen de calentamiento de arranque previsto para el generador de vapor 1. El régimen de calentamiento de arranque se determina por medio de índices para la geometría y el material de la caldera y/o el tipo de combustible. Sobre todo se puede prever que en forma de base de datos en un módulo de memoria estén guardadas varios regimenes de calentamiento de arranque posibles adecuados para el generador de vapor 1 actual, a partir de los cuales, por medio de datos de funcionamiento, se elige un régimen adaptado a la situación actual que se usa como base para el preestablecimiento del nivel de llenado nominal.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para el arranque de un generador de vapor de calor de escape (1) con un canal de gas caliente (6) que puede circular en una dirección de gas caliente aproximadamente horizontal, en el que está ubicada por lo menos una superficie caliente de paso (8) formada por una cantidad de tubos de vaporización (14) ubicados de manera aproximadamente vertical, conectados paralelamente para permitir el paso de un medio de flujo (W, D), caracterizado porque por lo menos algunos de los tubos de vaporización (14) antes de la presurización del canal de gas con gas caliente son llenados parcialmente, hasta un nivel de llenado nominal, con un medio de flujo (W) no vaporizado.
- 10 2. Procedimiento acorde a la reivindicación 1, en el cual el nivel de llenado real de los tubos de vaporización (14) se determina por medio de una medición de la presión diferencial entre la entrada del tubo inferior (32) y la salida del tubo superior (34).
3. Procedimiento acorde a la reivindicación 1 ó 2, en el cual el nivel de llenado nominal es preestablecido dependiendo de un régimen de calentamiento de arranque previsto.
- 15 4. Procedimiento acorde a la reivindicación 3, en el cual el régimen de calentamiento de arranque se determina por medio de índices para la geometría de la caldera y/o para el desarrollo temporal del suministro de calor por parte del gas caliente.
- 20 5. Procedimiento acorde a una de las reivindicaciones 1 a 4, en el cual tras la admisión de la carga del canal de gas con gas caliente (6) se controla un valor de medición característico para una presión del medio de flujo (W, D), donde luego, cuando ese valor de medición supera un valor límite predeterminado, se inicia una carga continua de los tubos de vaporización (14) con medio de flujo no vaporizado (W).
6. Procedimiento acorde a la reivindicación 5, en el cual luego de iniciarse la formación de vapor en los tubos de vaporización (14) se inicia el transporte de medio de flujo (W) hacia los tubos de vaporización (14).
- 25 7. Procedimiento acorde a la reivindicación 6, en el cual la introducción de medio de flujo (W) en los tubos de vaporización (14) se regula de forma que en la salida superior de cada tubo de vaporización (15) salga vapor sobrecalentado (D).
- 30 8. Procedimiento acorde a una de las reivindicaciones 1 a 7, en el cual durante la alimentación de los tubos de vaporización (14) con medio de flujo (W, D) las densidades de caudal másico de éste están ajustadas de manera tal que un tubo de vaporización (14), más calentado en comparación con otro tubo de vaporización (14) de la misma superficie caliente de paso (8), presente un caudal de medio de flujo (W) mayor en comparación con otro tubo de vaporización (14).
- 35 9. Generador de vapor de calor de escape (1) con un canal de gas caliente (6) que puede circular en una dirección de gas caliente aproximadamente horizontal, en el que está ubicada por lo menos una superficie caliente de paso (8) formada por una cantidad de tubos de vaporización (14) ubicados de manera aproximadamente vertical, conectados paralelamente para permitir el paso de un medio de flujo (W, D), caracterizado porque un dispositivo de medición de la presión diferencial (32) común está adjudicado a un distribuidor (16) preconectado a los tubos de vaporización (14) y a un colector de salida (18) post conectado a los tubos de vaporización (14).

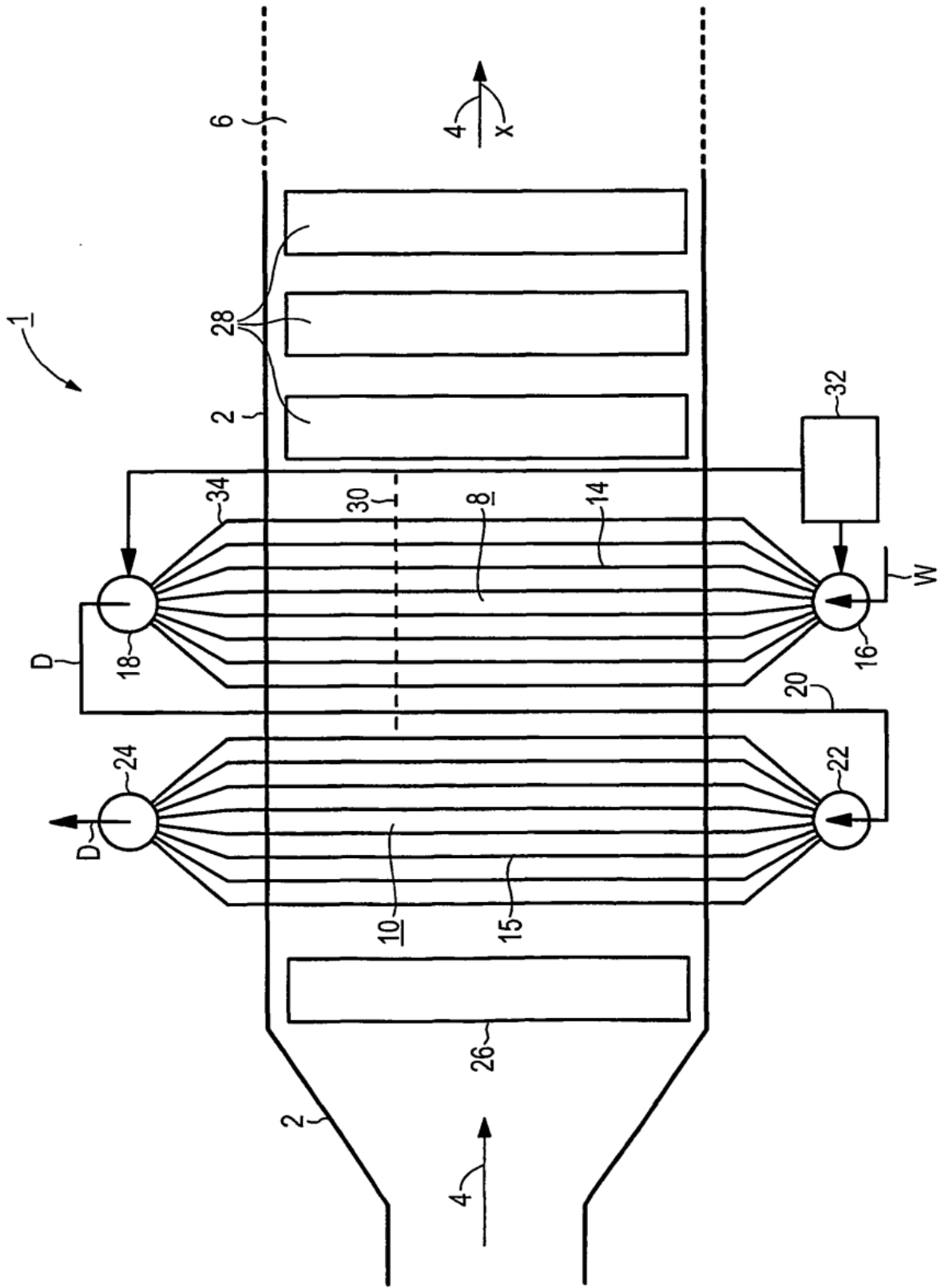


Fig. 1